

## La demanda de servicios portuarios

**Eduardo Martínez Budría**

*Departamento de Economía y Dirección de Empresas*

*Área de Fundamentos del Análisis Económico*

*Camino de la Hornera, s/n*

*38071 La Laguna (Santa Cruz de Tenerife)*

*Tel.: (922) 63 52 16 - Fax: (922) 25 37 42*

### RESUMEN

En este trabajo se analiza la demanda de servicios portuarios. Para ello se ha caracterizado previamente el hinterland y se han realizado algunas hipótesis sobre la distribución de la mercancía en el espacio. Se han encontrado dos tramos en la demanda en función de la distancia entre el puerto y el lugar de origen o de destino de las mercancías. Los puertos disponen de un importante poder de mercado sobre las zonas anexas. Este poder es decreciente conforme aumenta la distancia a recorrer por el transporte interior. Finalmente, aquellos servicios que no requieren el modo de transporte terrestre exhiben estructuras de mercado muy competitivas.

### PALABRAS CLAVE

Demanda de servicios portuarios, *hinterland*

### ABSTRACT

This work analyses the demand for port services. To this end the hinterland is characterized previously and it has also established some hypotheses about the distribution of cargo in space. It has been found two demand intervals which depend on the distance between the port and the origin-destination place of the cargo. Ports

have an important market power on the nearby areas. This power decreases as distance to the port increases. Finally, those services which do not need land transport show very competitiveness market structures.

## KEY WORDS

Port demand, *hinterland*.

## 1.-INTRODUCCIÓN

La demanda de servicios portuarios es una demanda derivada de la de los servicios de transporte. En general, la demanda de servicios de transporte en un área depende de la actividad económica que se desarrolla en la misma. Los costes generalizados relativos de las distintas alternativas de transporte existentes para que un producto llegue a su punto de consumo determinan la ruta de transporte y, en consecuencia, la demanda para cada modo de transporte.

En una ruta pueden intervenir uno o más modos de transporte, de forma que la relación entre ellos puede ser tanto de complementariedad como de sustituibilidad. Si una ruta incluye transporte marítimo, ello implica la utilización de los puertos y, por lo tanto, demanda de servicios portuarios.

Para analizar la forma en que los puertos compiten entre sí, se suele aceptar la hipótesis de que la demanda para el conjunto de un sistema portuario, en un momento dado, sólo depende de la actividad económica, siendo completamente inelástica a las variaciones de los precios portuarios (Peston y Rees, 1971; Bobrovitch, 1982; Shneerson, 1981 y 1983 y Yagar y Tobin, 1982). Esta demanda viene determinada por las características del transporte marítimo<sup>1</sup> y por la dotación de infraestructura en cada modo de transporte. Esta dotación condiciona la demanda para cada medio al intervenir de forma decisiva en los costes relativos de los mismos. Ello significa, en el corto plazo, es decir, dada la actividad económica y la dotación de infraestructuras, la ausencia de sustitutivos de los servicios portuarios para el conjunto del sistema. La jus-

1. El Transporte marítimo requiere un mayor tiempo de respuesta ante situaciones cambiantes en los mercados de los productos transportados en relación a los otros modos, como consecuencia, tanto de la velocidad del buque como de la cantidad mínima de carga que le permite superar el umbral de la rentabilidad. Ello delimita los segmentos de mercado en los que el transporte marítimo es eficiente y, en consecuencia, la demanda de servicios portuarios.

tificación procede del hecho indudable de que el peso del componente portuario en el precio del producto es despreciable, siendo otras variables las relevantes a la hora de decidir el modo de transporte.

En consecuencia, si la demanda para el conjunto de puertos es independiente de los precios de los puertos, la cuestión que se plantea es la elección del puerto dentro del sistema. De aquí la importancia del estudio de cuáles son las variables que el agente económico, armador o propietario de la mercancía, tiene en cuenta al adoptar la decisión.

En este contexto, el presente trabajo tiene el objetivo de determinar los tramos relevantes de la demanda de servicios portuarios para un puerto individual, precisando las variables que intervienen en el corto plazo.

El concepto y la caracterización del hinterland o zona de influencia portuaria es esencial para la deducción de la curva de demanda. Por ello, el análisis de la demanda de servicios portuarios se inscribe dentro de la economía espacial donde la distancia entre el puerto y el lugar de origen-destino de la mercancía desempeña un papel central.

El resto del estudio se estructura de la siguiente manera: El apartado 2 se dedica a los agentes y a las variables de decisión; en el 3 se caracteriza el hinterland portuario. El apartado 4 analiza la demanda de servicios portuarios. Finalmente, en el 5 se extraen las conclusiones relevantes del trabajo.

## 2. LOS AGENTES Y LAS VARIABLES DE DECISIÓN

La cuestión de quién decide el puerto que se va a utilizar no tiene una única respuesta. Los agentes principales son el armador o la conferencia marítima, y el embarcador propietario de la mercancía. En general, existe una asimetría informativa y de influencia en el mercado entre uno y otro a favor del armador, aunque también existen embarcadores o asociaciones de los mismos que, como consecuencia de los grandes volúmenes de carga que transportan, equilibran o rompen a su favor la desigualdad.

En todo caso, sea el armador o el embarcador el agente decisor, la variable de decisión es el coste total de toda la operación. Entre los componentes del mismo están aquellos que afectan directamente a dicho coste (tarifas de todo tipo) y aquellos que lo afectan a través de la calidad del servicio (el tiempo, la seguridad, etc.) si bien, con carácter general, se puede encontrar un valor monetario para estos últimos.

El producto se mide por el número de toneladas por unidad de tiempo que atraviesan las instalaciones portuarias ya que, en este trabajo, el único objetivo para la estan-

cia de los buques en puerto es la carga y descarga de las mercancías. Además, los servicios portuarios constituyen un factor de producción para las empresas que los demandan, ya sean mercancías finales a comercializar o factores a introducir en los procesos productivos.

Con el fin de resaltar el objeto del análisis, se consideran los siguientes conceptos de (Bobrovitch, 1982):

$T$ : tarifa monetaria por tonelada, compuesto por todas las tarifas que giran alrededor de la operación (prácticos, amarradores, remolcadores, tarifas portuarias, estiba/desestiba, etc.)

$C_e$ : Coste de la estancia (espera más servicio) en el puerto.

donde:

$$C_e = c_t(te+ts)$$

siendo:

$c_t$ : coste por unidad de tiempo y por tonelada, considerado constante.

$te$ : tiempo de espera.

$ts$ : tiempo de servicio.

$T_i$ : coste del transporte por tonelada.

siendo:

$$T_i = c_x x$$

donde:

$c_x$ : coste del transporte interior por tonelada y kilómetro, considerando constante.

$x$ : distancia en kilómetros a recorrer por el transporte interior.

Como consecuencia, el coste total por tonelada viene dado por la siguiente expresión:

$$CT = t + c_i (te+ts) + Ti,$$

Los dos primeros sumandos constituyen el coste generalizado en el puerto -Pp-.

### 3. EL HINTERLAND DE UN PUERTO

El *hinterland* de un puerto es el espacio donde el coste total de realizar una operación portuaria a través del mismo es, en un momento dado, menor que el coste total de realizar la misma operación utilizando puertos alternativos.

Bajo la hipótesis de decisores racionales, un agente que quiere transportar carga desde/hacia el punto P seleccionará aquel puerto que minimice el coste total del transporte.

$$\text{Min } CT_{j,P} = T_j + c_i(te_j + ts_j) + Ti_{j,P}$$

donde  $j$  representa todos los puertos susceptibles de embarcar/desembarcar mercancía con origen/destino  $P$ .

En la figura 1 se representa un espacio en el que sólo existen dos puertos A y B. En ese espacio existirá una curva R cuyos puntos -P- cumplen:

$$CT_A = CT_B$$

es decir:

$$T_A + c_i(te_A + ts_A) + c_i x_{A,P} = T_B + c_i(te_B + ts_B) + c_i x_{B,P} \quad [1]$$

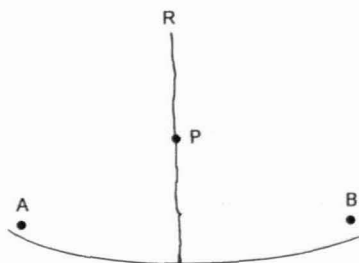


Figura 1

Bajo las hipótesis de que las llegadas de los buques al puerto se ajustan a una distribución de Poisson y de que el servicio a los buques se ajusta a una exponencial negativa, el tiempo de espera medio esperado puede expresarse, siguiendo a Jansson y Shneerson (1982), como sigue:

$$te = ts \cdot p / n(1 - \phi) \quad [2]$$

donde:

$ts$ : tiempo de servicio por barco.

$p$ : probabilidad de que a la llegada de un barco estén ocupados todos los atraques

$n$ : número de atraques.

$\phi$ : tasa de ocupación de las instalaciones portuarias =  $\phi(n, \lambda, ts)$ .

siendo:

$$\lambda = \text{número de barcos/día}$$

teniendo las derivadas parciales de  $\phi$  los siguientes signos:

$$\phi_1 < 0; \phi_2 > 0; \phi_3 > 0$$

Por su parte,  $p$  puede expresarse (Jansson y Sheneerson, 1982) como:

$$p = p(n, \phi)$$

siendo las derivadas parciales  $p(n, \phi)$ :

$$P_1 < 0; p_2 > 0$$

Por lo que:

$$te = te(ts, n, \lambda) \text{ siendo } te_1 > 0; te_2 < 0; te_3 > 0$$

En el corto plazo el número de atraques,  $n$ , y el tiempo de servicio,  $ts$  —que depende del tipo de barco, así como de los medios de descarga— se pueden considerar constantes, por lo que:

o bien

$$te = te(Q)$$

siendo  $Q$  las toneladas movidas en el puerto, bajo el supuesto de que la relación entre el número de buques y la carga que transporte es fija en el corto plazo.

La función  $te(Q)$  tiene el siguiente comportamiento:

$$\begin{aligned} te(Q) &= 0 \text{ si } Q \leq Q_c & [3] \\ te(Q) &> 0 \text{ si } Q > Q_c \\ te'(Q) &> 0 \text{ si } Q > Q_c \\ te''(Q) &> 0 \text{ si } Q > Q_c \end{aligned}$$

donde  $Q_c$  es la cantidad crítica a partir de la cual comienza la espera y  $te'(Q)$  y  $te''(Q)$  son las derivadas primera y segunda de  $te(Q)$ .

Se tiene entonces que:

$$\begin{aligned} CT_A &= CT(Q_A), \\ CT_B &= CT(Q_B) \end{aligned}$$

y en la frontera del *hinterland* ocurre:

$$CT(Q_A) = CT(Q_B) \quad [4]$$

Además, dada la actividad económica, la cantidad total de mercancías a través del sistema,  $Q$ , es fija:

$$Q_A + Q_B = Q \quad [5]$$

Mediante [4] y [5] se obtienen  $Q_A$  y  $Q_B$  y los *hinterland* de ambos puertos <sup>2</sup>.

2. Está implícita la hipótesis de que el coste del transporte marítimo es igual en el puerto A que en el puerto B. En caso contrario habría que incorporar un término de coste marítimo en cada puerto que también sería función de  $Q$ .

Aquellos lugares situados relativamente cerca de uno de los puertos van a pertenecer al hinterland de ese puerto, ya que los costes del transporte terrestre condicionarán de forma decisiva el coste total. Para otros lugares situados relativamente lejos de ambos puertos, el transporte terrestre será menos decisivo pudiendo compensar la diferencia en costes de transporte interior mediante un coste portuario menor.

#### 4. LA DEMANDA DE SERVICIOS PORTUARIOS

A partir de la ecuación [1], que es el lugar geométrico de los puntos de igual coste total a través de ambos puertos, y bajo la hipótesis de una distribución espacial continua de la carga, Bobrovith (1982) demuestra que la curva de demanda para cada puerto es, dada  $Q$ , una función de los costes generalizados de ambos puertos y, asimismo, que dicha demanda tiene la pendiente negativa respecto del propio coste generalizado y positiva respecto del coste generalizado del otro puerto, es decir:

$$Q_i = Q_i(P_{pA}, P_{pB})$$

$$\partial Q_i / \partial p_i < 0, \partial Q_i / \partial p_j > 0; i, j = A, B$$

A continuación se examinan diferentes mercados según el grado de monopolio que el puerto puede ejercer sobre ellos. Para ello se hace el supuesto de que la mercancía se distribuye de manera uniforme en tres zonas: dentro de las áreas  $Z_A$ ,  $Z_B$  y, asimismo, en el espacio delimitado por las líneas  $S$  y  $V$  como se muestra en la Figura 2. Si la frontera del *hinterland* viene dada por la línea  $R$ , cada puerto sirve a su espacio próximo,  $Z_A$  y  $Z_B$ , compartiendo el área entre  $S$  y  $V$ .

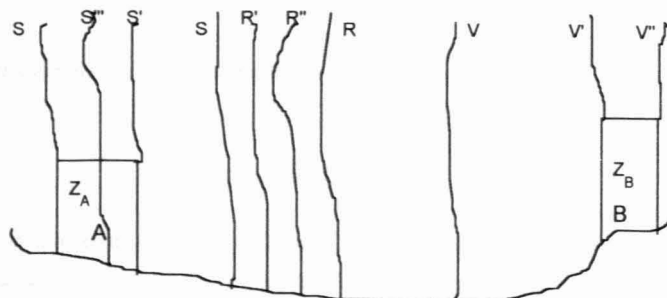


Figura 2



En primer lugar se analiza la demanda de servicios portuarios cuyo origen está en la propia ciudad que aloja el puerto o en zonas relativamente próximas, es decir, dentro de  $-Z_A-$ . La diferencia máxima entre el coste generalizado en el puerto A y el puerto B sin que el A pierda la demanda con origen-destino  $Z_A$ , se corresponde con una posición de la frontera del *hinterland* en  $S'$ .

Los puntos P de  $S'$  cumplirán la siguiente expresión.

$$T_A + Ce_A = T_B + Ce_B + c_i(X_{B,P} - X_{A,P})$$

Esto implica que el puerto A tiene un margen en el coste generalizado por un valor de  $c_i(X_{B,P} - X_{A,P})$  sin pérdida de tráfico con origen-destino  $Z_A$ . Es decir, que la tarifa y/o el coste de estancia en el puerto A pueden ser superiores a los del puerto B por el citado margen. La figura 3 representa esta demanda. Aunque el rango dentro del que puede moverse el coste generalizado sin pérdida de actividad es elevado, cuando éste es muy alto, como consecuencia de que los costes de espera son altos (punto L), la curva adquiere su clásica pendiente negativa, es decir, la frontera del *hinterland*, penetra en  $Z_A - S'''$  en la Figura 2.

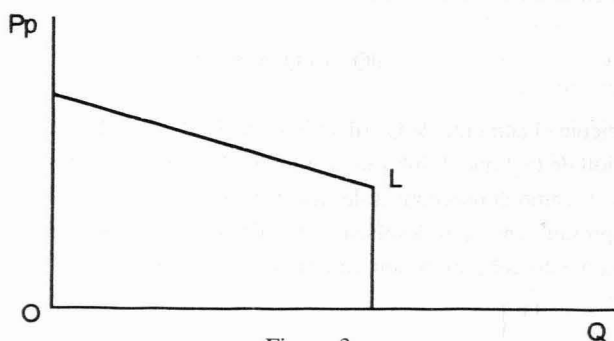


Figura 3

A continuación se considera la demanda con origen-destino de la mercancía en el espacio comprendido entre las curvas S y V. Se comprueba, en primer lugar, que la curva de demanda tiene la pendiente negativa. Sea P un punto de la frontera del *hinterland* que viene representada por la línea R en la Figura 2. Recuperando la expresión [1].

$$T_A + c_t (te_A + ts_A) + c_i X_{A,P} = T_B + c_t (te_B + ts_B) + c_i X_{B,P}$$

Si  $T_A$  y  $T_B$  están fijas<sup>3</sup>, la ecuación anterior en forma diferencial es la siguiente:

$$c_t (dte_A + dts_A) + c_i dx_{A,P} = c_t (dte_B + dts_B)$$

$$c_t (dte_A + dts_A) = c_t (dte_B + dts_B) + c_i (dx_{B,P} - dx_{A,P}) \quad [6]$$

Supóngase que se produce un incremento en el coste generalizado en el puerto A como consecuencia de un aumento en  $te_A$  no debido a un incremento en  $Q_A$ , sino en alguna de las variables consideradas constantes. Por ejemplo, una avería en un muelle elvaría la tasa de ocupación del resto de las instalaciones incrementando  $te_A$ . Una huelga de bajo rendimiento produciría un incremento del coste de la estancia en el puerto por dos vías: por el aumento de  $ts_A$  y por el incremento de  $te_A$  como se ha deducido en el apartado 3.

El primer miembro de [6] será positivo y el equilibrio se restituye, en primera instancia, incrementando el término  $dx_{B,P} - dx_{A,P}$ . Ello conduce a un desplazamiento de la frontera del hinterland hasta  $R'$  en la Figura 2. El puerto A pierde el área comprendida entre  $R$  y  $R'$  que, es ganada por el puerto B. La demanda de éste último se ve incrementada en la misma cantidad perdida por el primero ya que:

$$dQ_A + dQ_B = 0$$

Posteriormente el aumento de  $Q_B$  (disminución de  $Q_A$ ), conduce a una elevación de  $te_B$  (disminución de  $te_A$ ) que desplazan la frontera del *hinterland* hasta  $R''$ . En el caso de que  $dte_B = 0$ , como consecuencia de que el incremento de  $Q_B$  no alcance el valor crítico  $Q_c$  expresado en [3] el desplazamiento de  $R$  se mantendrá en  $R'$ . La Figura 4 traduce el argumento del párrafo anterior en la curva de demanda.

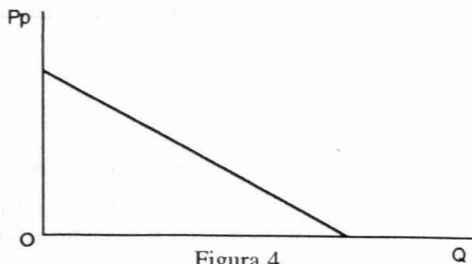


Figura 4

3. Es una práctica habitual la fijación de tarifas por periodos de un año.

En tercer lugar, existe una demanda de servicios portuarios que tiene como característica el no generar carga/descarga de mercancías (escalas técnicas, reparación naval etc.) o, si ésta se produce, se hace utilizando las instalaciones portuarias únicamente como depósito o como lugar de transbordo, hasta ser embarcadas de nuevo hacia su destino final (tránsito y transbordo, avituallamiento puro). De esta circunstancia se deriva como característica fundamental el que no se requiere transporte interior, ya sea porque el objeto del servicio es el propio buque (por ejemplo, reparación naval) o bien porque si el objeto es la mercancía, ésta permanece en el recinto portuario hasta un nuevo embarque (tránsito, transbordo).

Para deducir la forma de la curva de demanda en este mercado, debe tenerse en cuenta que el poder de mercado del puerto depende de la distancia entre éste y el punto de origen/destino de la mercancía. Al desaparecer el componente transporte interior, se anula el poder de mercado de la empresa. Ello conduce a que la demanda a la que se enfrenta el puerto sea muy elástica, como consecuencia de un buen número de sustitutivos y, en el límite completamente elástica. Por ejemplo, un buque puede avituallar en muchos de los puertos que se encuentran a lo largo de la ruta que recorre. Igualmente, puede tener diversas opciones sobre donde puede realizar los tránsitos o transbordos así como las reparaciones.

Las dos primeras demandas analizadas responden a operaciones de carga y/o descarga de mercancías con intercambio entre el modo de transporte marítimo y el terrestre. Las instalaciones que los sirven son las mismas independientemente de la zona del hinterland que es origen o destino de las mercancías. El tercero, o bien no produce carga y/o descarga o, si ésta se produce, requiere un nuevo embarque marítimo hasta su destino final, utilizándose las instalaciones portuarias únicamente como depósito. Son operaciones de tránsito y transbordo, de escala de los cruceros turísticos, de buques pesqueros de altura, de escalas técnicas, de avituallamiento puro, etc. Estas operaciones requieren de instalaciones especializadas.

Por ello, aunque las dos primeras demandas se han analizado separadamente, desde el punto de vista económico constituyen un agregado que se representa en la Figura 5. En ella se muestra la demanda agregada para ambos puertos, utilizando una caja de Edgeworth donde  $O_A$  es el origen del puerto A y  $O_B$  el del puerto B. En los ejes de abscisas se representan las cantidades movidas en ambos puertos y en el eje de ordenadas los precios normalizados según la norma siguiente:

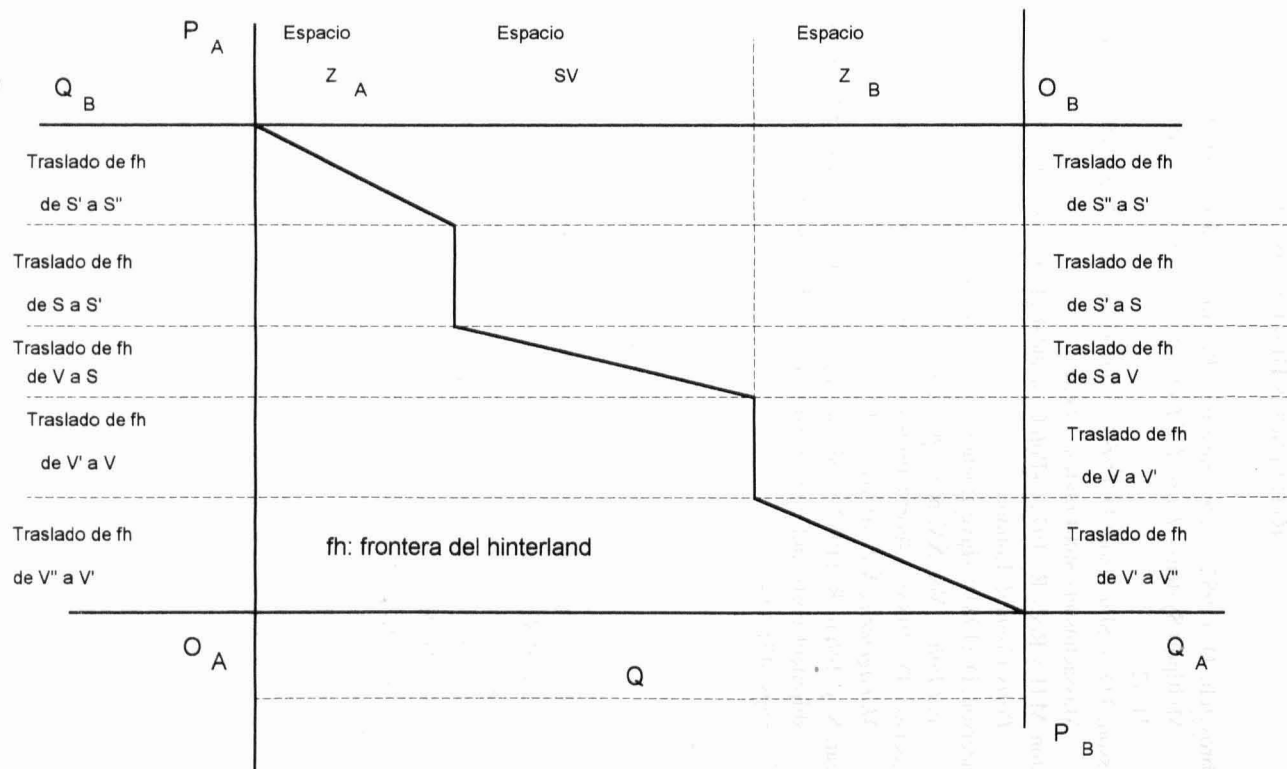
$$P_i = P_{pi} / P_{pA} + P_{pB}, \quad i = A, B$$

Las dimensiones de la caja son  $Q$  para el eje de cantidades y 1 para el de precios. Si se analiza la demanda del puerto A, es decir, se toma como origen de precios y cantidades  $O_A$ , en el eje de abscisas se tienen tres zonas diferenciadas que se corresponden con los espacios  $Z_A$ ,  $SV$  y  $Z_B$ . En el eje de ordenadas se observa que los incrementos  $p_A$  van produciendo movimientos en la frontera del *hinterland* (f.h.) desde  $Q_A = Q$  para  $p_A = 0$ , hasta  $Q_A = 0$ , para  $p_A = 1$ . La situación inversa se produce si se observa la Figura 5 desde  $O_B$ . También se aprecia que una ciudad portuaria puede encontrarse dentro del *hinterland* de otro puerto.

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo ha analizado la demanda de servicios portuarios en un sistema de dos puertos. El coste total de la cadena de transporte, que incluye el coste generalizado en el puerto y el coste del transporte interior, y el *hinterland* son los instrumentos básicos para deducir la forma de la curva de la demanda de los puertos. Además, se han realizado dos hipótesis: en primer lugar que la mercancía se haya distribuida en el espacio de manera que la cantidad total de mercancía a través del sistema es independiente de los precios portuarios.

A partir de la ecuación que define la frontera del *hinterland* se han deducido dos tramos en la curva de demanda. El primero de ellos, sobre el que el puerto exhibe un alto poder de mercado está compuesto por aquellas mercancías con origen o destino la zona anexa al puerto. Ello produce una curva de demanda con un tramo completamente inelástico. En el segundo se encuentran aquellas mercancías situadas en el área interior sobre las que el puerto tiene un menor poder de mercado. En general, éste disminuye conforme aumenta la distancia al puerto. A continuación se han agregado ambas demandas exponiendo la forma en que se modifica el *hinterland* portuario al variar el coste generalizado relativo. Finalmente se ha mostrado un conjunto de servicios portuarios sobre los que el puerto no puede ejercer poder como consecuencia de que no requieren transporte interior.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bobrovitch, D. (1982): «Decentralised Planning and Competition in a National Multiport System». *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. XVI, págs-31-42.
- Jansson, J.O. y Shneerson, D. (1982): *Port Economics*. The MIT Press, Cambridge, Massachussets and London, England.
- Peston, M.H. y Rees, R. (1971): «Port Cost and the Demand for Port Facilities». *National Ports Council*. London
- Shneerson, D. (1981): «Investment in Port Systems». *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. XV, págs. 201-216.
- Shneerson, D. (1983): «Short term planning for a port system». *Maritime Polilcy and Management*, Vol. 10, págs. 217-250.
- Yagar, S. y Tobin, R. (1982): «Simple algorithms for minimizing the sum of linear shipment costs and convex port costs». *Transportation Research*. Vol. 16B, págs. 421-434.